

DRY ETCHING METHOD OF MULTI-LAYER DIELECTRIC THIN FILM

Patent number: JP61106780
Publication date: 1986-05-24
Inventor: OKAZAKI AKIRA; others: 01
Applicant: DAINIPPON PRINTING CO LTD
Classification:
- **international:** C23F1/12; G02B5/20; G02B6/12
- **european:**
Application number: JP19840228003 19841031
Priority number(s):

Abstract of JP61106780

PURPOSE:To execute patterning of high accuracy by forming a resist pattern on a multi-layer dielectric thin film containing Ti and Si, and thereafter, dry- etching it by using a reactive gas of a specified composition consisting of CF₄ and CHF₃.

CONSTITUTION:In a method for dry-etching and patterning a multi-layer dielectric thin film formed by laminating in multi-layer a dielectric thin film of TiO₂, etc., containing Ti and a dielectric thin film of SiO₂, etc., containing Si, on a supporting body, by leading a reactive gas into a vacuum tank, and executing a plasma etching method, etc., a photoresist is formed on the multi-layer dielectric thin film, and thereafter, a resist pattern of a prescribed shape is formed by a photolithography method.

Subsequently, patterning of the multi-layer dielectric thin film is executed by executing the dry-etching in an atmosphere which has used a mixing gas in which a ratio of a CF₄ gas and a CHF₃ gas is 5:1-1:5, as a reactive gas.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Patent Abstracts of Japan

THIS PAGE BLANK (USPTO)

⑫ 公開特許公報(A)

昭61-106780

⑪ Int.Cl.⁴C 23 F 1/12
G 02 B 5/20
6/12

識別記号

1 0 1

庁内整理番号

6793-4K
7529-2H
8507-2H

⑬ 公開 昭和61年(1986)5月24日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全4頁)

⑭ 発明の名称 多層誘電体薄膜のドライエッチング方法

⑮ 特 願 昭59-228003

⑯ 出 願 昭59(1984)10月31日

⑰ 発 明 者 岡 崎 暁 埼玉県入間郡大井町亀久保1206-30
⑱ 発 明 者 松 井 博 之 埼玉県入間郡鶴ヶ島町脚折1428-60
⑲ 出 願 人 大日本印刷株式会社 東京都新宿区市谷加賀町1丁目12番地
⑳ 代 理 人 弁理士 中村 純之助

明 細 書

1. 発明の名称

多層誘電体薄膜のドライエッチング方法

2. 特許請求の範囲

1. 支持体上に、Tiを含む誘電体薄膜とSiを含む誘電体薄膜とを多層積層してなる多層誘電体薄膜を、プラズマエッチング法、スパッタエッチング法もしくはイオンビームエッチング法のドライエッチング法によってパターンニングする方法において、上記多層誘電体薄膜上にホトレジストを形成した後、ホトリソグラフィ法によって所定形状のレジストパターンを形成し、ついで上記のドライエッチング法により、反応性ガスとして CF_4 ガスと CHF_3 ガスとを5:1から1:5の割合で混合した混合ガスを用いた雰囲気中で、上記多層誘電体薄膜のパターンニングを行なうことを特徴とする多層誘電体薄膜のドライエッチング方法。

2. 上記ドライエッチング法において、印加する電力密度が0.5から2.5 W/cm²までの範囲である

ことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の多層誘電体薄膜のドライエッチング方法。

3. 発明の詳細な説明

〔発明の利用分野〕

本発明は多層誘電体薄膜のドライエッチング方法に関し、特に高屈折率誘電体物質である TiO_2 等と低屈折率誘電体物質である SiO_2 等を多層積層してなる多層干渉薄膜フィルタおよび光ICならびに光導波路等のパターンニング加工を行なうドライエッチング方法に関する。

〔発明の背景〕

従来、 SiO_2 、 CaF_2 、 MgF_2 、 PbF_2 、 $AlF_3 \cdot 3NaF$ 、 ThF_4 等よりなる低屈折率誘電体物質と、 TiO_2 、 CeO_2 、 ZrO_2 、 ZnS 等よりなる高屈折率誘電体物質とを、交互に多層積層してなる多層誘電体薄膜のドライエッチング法として、Arガスを用いるイオンミリング法(イオンビームエッチング法)あるいは CF_4 、 C_2F_6 ガス等を用いるプラズマエッチング法が主に採用されているが、量産加工性という点では、イオンミリング法よりもプラズマエ

エッチング法の方が優れている。しかしながら、プラズマエッチング法は、反応ガスの種類、圧力、あるいは入力する高周波電力等の条件によって、エッチング特性が大きく異なり、エッチング加工した後のパターンの線巾、断面形状およびエッチング速度あるいは基板またはレジストに対する選択性などの問題の他に、エッチングされた物質の再付着とかエッチング残渣の付着といった問題がしばしば発生する。

〔発明の目的〕

本発明の目的は、TiおよびSi等を含む多層誘電体薄膜のパターニングを行なうに際して、適度のエッチング速度で、パターンの線幅が微細で、マスクの露漏に対するパターンの線幅の変化も極めて小さく、パターンの断面形状がほぼ垂直で、被エッチング物質の再付着またはエッチング残渣の付着もなく、エッチング損傷の極めて少ない、高精度なパターニングを行なうことができるドライエッチング方法を提供するにある。

〔発明の概要〕

支持体である基板上に、 TiO_2 と SiO_2 とを交互に多層積層した多層誘電体薄膜を、真空蒸着法、スパッタリング法、CVD法あるいは塗布法によって形成し、この上にホトレジストを塗布しホトリソグラフィ法によってレジストパターンを形成する。ここで使用するホトレジストはAZ 1350(シプレイ社)またはOFPR 800(東京応化社)のとき、ノボラック樹脂系のものが耐ドライエッチング性および解像力といった点で好ましい。そして、所定パターンのマスクを介して露光、現像後、通常は100～160℃程度の温度にて加熱処理を行なうが、この加熱処理に先立って、強力な遠紫外光(波長範囲200～300nm、強度100～1000mW/cm²)を用いて、ホトレジスト層の硬化処理を行なう方がホトレジスト層の加熱によるエッジ部の変形防止およびホトレジスト層の耐ドライエッチング性を向上させるために望ましい。

その後、上記のレジストパターンをマスクング層として多層誘電体薄膜のドライエッチングを行なうわけであるが、ドライエッチング装置として

上記の目的を達成するために本発明は、プラズマエッチング法、スパッタエッチング法あるいはイオンビームエッチング法等のドライエッチング法によって、Tiを含む誘電体薄膜とSiを含む誘電体薄膜とを多層積層した多層誘電体薄膜をパターニングする場合に、反応ガスとして、 CF_4 ガスと CHF_3 ガスを5:1から1:5の割合で混合した混合ガスを、所定のドライエッチング装置の真空槽内に導入してエッチングを行なうことを特徴とするものである。

そして本発明は、上記の CF_4 ガスと CHF_3 ガスを5:1から1:5の割合で混合した混合ガスを、所定のドライエッチング装置の真空槽内に導入して、電力密度が0.5から2.5W/cm²の範囲で、ドライエッチングを行なって、高精度なパターニングを行なう方法である。

〔発明の具体的説明〕

次に、本発明による多層誘電体薄膜のドライエッチング法について、その代表的な一例を提示しながら詳細に説明する。

は、通常の平行平板電極型、カソード結合型の反応性イオンエッチング装置を用いるのが望ましい。そして、ドライエッチング装置に導入する反応性ガスとしては、 CF_4 ガスと CHF_3 ガスを5:1～1:5の割合に混合した混合ガスを用いることが好ましい。 CF_4 ガスと CHF_3 ガスとの混合比が5:1を超えると、エッチング速度が遅くなり、下地あるいはレジストに対するエッチングの異方性ならびに選択性が低下して、エッチングパターンの断面形状が悪化し、高精度なパターニングを得ることができなくなり、その混合比が1:5未満となると、エッチング反応が緩慢となって、良好なエッチングパターンの形成が難しくなる。

CF_4 ガスと CHF_3 ガスとの混合比のさらに好ましい範囲は2:1～1:2である。そして、エッチング装置に導入する反応性ガスである CF_4 ガスと CHF_3 ガスとの混合ガスの総流量は、通常の場合50～200SCCMであり、圧力(真空度)範囲は5～20Paに保って、13.56MHzの高周波電力を入力することによってドライエッチングを行なう。こ

の場合、電力密度が 0.5 W/cm^2 未満では、イオン衝撃力が弱くなり被エッチング物質の再付着あるいはエッチング残渣の付着といった問題が発生し易くなり、 2.5 W/cm^2 を超えると局部的なスパークの発生などによりレジストの耐性が悪化し、パターン形状が崩れ、高精度なパターニングができなくなるので、 $0.5 \sim 2.5 \text{ W/cm}^2$ の範囲が好ましく、さらに好ましい範囲は $0.8 \sim 1.5 \text{ W/cm}^2$ である。

以上に示したエッチング条件範囲でドライエッチングを行なうと、 $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ 層の総膜厚 $1 \mu\text{m}$ に対して約 $10 \sim 30$ 分という比較的速い速度でエッチングが終了する。エッチング後のパターン断面形状はほぼ垂直であり、パターンの線幅が微細で、レジストマスクの線幅に対するパターンの線幅の変化も非常に小さく、また被エッチング物質の再付着とかエッチング残渣の付着といった問題がなく、エッチング損傷の極めて少ない高精度なエッチングパターンを得ることができる。なお、本発明のドライエッチング方法によると、レジストのダメージも小さく、レジストの膜厚は $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$

層の総膜厚に対し $1:1$ にて十分である。

そして本発明は、特に Ti を含む誘電体薄膜と Si を含む誘電体薄膜とを多層積層する多層誘電体薄膜に高精度なパターニングを施すことができるドライエッチング加工方法であって、例えば多層干渉薄膜フィルタ、光 IC、光導波路等におけるパターニング加工に最適な方法である。

〔発明の実施例〕

以下に、本発明の一実施例をあげ、さらに詳細に説明する。

（実施例 1）

支持体であるガラス基板上に、真空蒸着法によって TiO_2 と SiO_2 とを交互に 16 層積層し、シアン色の多層干渉薄膜を成膜（膜厚 $1.2 \mu\text{m}$ ）した。次に、多層干渉薄膜上にポジタイプのホトレジスト OFPR-800（東京応化製）を塗布（膜厚 $2.5 \mu\text{m}$ ）し、所定のパターン形状のマスクを用い露光、現像を行ないレジストパターンを形成した。そして、第 1 図に示す平行平板電極型の反応性イオンエッチング装置の真空槽 1 内のカソードである基板ホ

ルダ 2 に、上記の多層干渉薄膜上にレジストパターンを形成した基板 3 をセットし、反応性ガスとして CF_4 ガス、 50 SCCM および CHF_3 ガス、 50 SCCM を混合して導入し、真空度を 10 Pa に保ち、高周波電源 5 を印加し、バイアス電圧 -700 V 、RF 電力 2 kW （ 13.56 MHz 、電力密度 1 W/cm^2 ）にて、上記基板上のレジストパターン部以外の領域を、20 分間ドライエッチングした結果、異方性ならびにレジストに対する選択性の良い高精度なエッチングパターンを形成することができた。

（実施例 2）

CVD 法により、 Si ウエーハ上に、 TiO_2 層、 SiO_2 層、 TiO_2 層を順次積層して、光導波薄膜を形成した。各薄膜層の厚さは、バッファ層 $5 \mu\text{m}$ 、コア層 $10 \mu\text{m}$ 、クラッド層 $4 \mu\text{m}$ であった。この Si 基板上に、さらに金属クロム層をスパッタリング法によって積層し、ホトリソグラフィ法を用いて金属クロム層を所定のパターン形状にエッチングし、レジストパターンを形成した。これを第 1 図に示す平行平板電極型の反応性イオンエッチング

装置を用いて、反応性ガス CF_4 $50 \text{ SCCM} + \text{CHF}_3$ 50 SCCM 、圧力 10 Pa 、バイアス電圧 -700 V 、RF 電力 2 kW （電力密度 1 W/cm^2 ）にて、3 時間ドライエッチングを行なった結果、 Si 基板上に垂直性の良い光導波路を形成することができ、パターン幅が $40 \mu\text{m}$ の光導波路で、伝搬損失は 0.5 dB/cm （ $\lambda = 0.633 \mu\text{m}$ ）と低損失ですぐれた性能の光導波路を得ることができた。

〔発明の効果〕

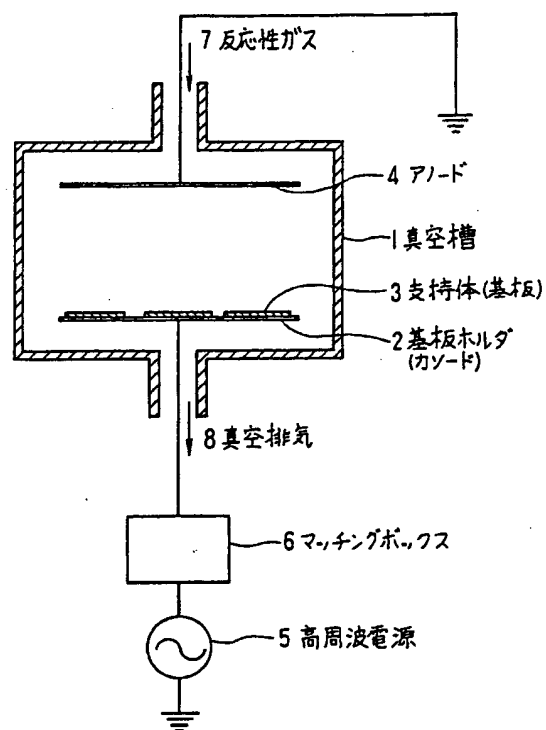
以上詳細に説明したごとく、本発明の多層誘電体薄膜のドライエッチング方法によれば、エッチング後のパターン断面形状はほぼ垂直であり、パターンの線幅が微細で、レジストマスクの線幅に対するパターンの線幅の変化も非常に小さく、また被エッチング物質の再付着とかエッチング残渣の付着が無く、レジストのダメージも小さく、エッチング損傷の極めて少ない高精度なエッチングパターンを短時間で形成させることができ、その実用的価値は大きい。

4. 図面の簡単な説明

図 1

第1図は本発明の実施例において用いた、平行平板電極型の反応性イオンエッチング装置の概略構造を示す図である。

- 1…真空槽
- 2…基板ホルダ(カソード)
- 3…支持体(基板)
- 4…アノード
- 5…高周波電源
- 6…マッチングボックス
- 7…反応性ガス
- 8…真空排気



代理人弁理士 中村純之助